

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the application of:

Inventor(s) : Kazuhiko ONO *et al.*
Serial Number : 10/050,832
Filed : January 18, 2002
For : LASER WELDING METHOD
Examiner : Jonathan J. Johnson
Group Art Unit : 1725



RECEIVED
NOV 06 2003
GROUP 1700

CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119

The Honorable Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

November 3, 2003

Dear Sir:

The benefit of the filing date of the following foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 2001-013270 filed January 22, 2002.

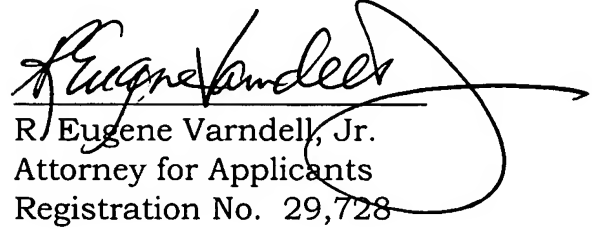
In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicant has complied with the requirements of 35 U.S.C. § 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

In the event any fees are required, please charge our deposit account

No. 22-0256.

Respectfully submitted,
VARNDELL & VARNDELL, PLLC


R/ Eugene Varndell, Jr.
Attorney for Applicants
Registration No. 29,728

Atty. Case No. VX012408
106-A South Columbus Street
Alexandria, VA 22314
(703) 683-9730
\\V:\Vdocs\W_Docs\Oct03\PO-152-2408 CTP.doc

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2001年 1月22日

出 願 番 号
Application Number:

特願2001-013270

[ST.10/C]:

[JP2001-013270]

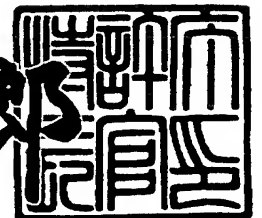
出 願 人
Applicant(s):

株式会社小松製作所

2003年 4月25日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3030229

【書類名】 特許願

【整理番号】 90-00-028

【提出日】 平成13年 1月22日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B26K 26/00

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府枚方市上野 3 丁目 1 番 1 号
株式会社小松製作所 生産技術開発センタ内

【氏名】 小野 数彦

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府枚方市上野 3 丁目 1 番 1 号
株式会社小松製作所 生産技術開発センタ内

【氏名】 安達 馨

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府枚方市上野 3 丁目 1 番 1 号
株式会社小松製作所 生産技術開発センタ内

【氏名】 鮫島 泰郎

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府枚方市上野 3 丁目 1 番 1 号
株式会社小松製作所 生産技術開発センタ内

【氏名】 正村 彰敏

【特許出願人】

【識別番号】 000001236

【氏名又は名称】 株式会社小松製作所

【代理人】

【識別番号】 100084629

【弁理士】

【氏名又は名称】 西森 正博

【電話番号】 06-6204-1567

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 045528

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9709639

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レーザ溶接方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーザビーム (2) を溶接部 (5) に照射しつつフィラワイヤ (4) を溶接部 (5) に送給するレーザ溶接方法であって、上記フィラワイヤ (4) を、その送給方向と上記レーザビーム (2) のビーム軸 (L) との成す角度が 45° 以下となるように、溶接進行方向の前方または後方側から斜めに送給することを特徴とするレーザ溶接方法。

【請求項 2】 上記フィラワイヤ (4) を上記レーザビーム (2) よりも溶接進行方向後方側から送給する特徴とする請求項 1 のレーザ溶接方法。

【請求項 3】 上記レーザビーム (2) を、溶接進行方向に対して略直交する方向にウィピングさせることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 のレーザ溶接方法。

【請求項 4】 上記ビーム軸 (L) とフィラワイヤ (4) の送給方向との成す角度を (θ) とし、キーホール直径を (D) とし、上記フィラワイヤ (4) の送り速度を (Vw) とし、上記レーザビーム (2) のウィピング周波数を (F) としたときに、 $Vw/F \leq 2D/\sin \theta$ とすることを特徴とする請求項 3 のレーザ溶接方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、レーザ溶接方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

レーザビームを溶接部に照射して溶接する際、溶加材としてのフィラワイヤを使用する場合がある（例えば、特開平 10-263862 号公報）。すなわち、レーザビームを溶接部に照射しつつフィラワイヤをこの溶接部に送給し、このフィラワイヤを溶融させることにより、溶融金属の不足分を補うものである。

【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、レーザ溶接前に仮付けを行ったものや、段差等を有する形状のもの等の構造物を溶接する場合がある(例えば、図1、図7)。このような場合、仮付け部11や段差部12によってフィラワイヤを溶接部に送給することができないおそれがある。すなわち、フィラワイヤが仮付け部11等に干渉し、その動作が変化したり、スティッキングを起こし、これにより、フィラワイヤが未溶着になったり、フィラワイヤの先端部が凝固壁(溶融した溶接部が固化した壁)に固着されたりする場合がある。また、フィラワイヤをレーザビームより前方側から送給すると、溶接線倣いを行わせるためのセンサの配置が困難となる場合があった。

【 0 0 0 4 】

この発明は、上記従来の欠点を解決するためになされたものであって、その目的は、フィラワイヤを安定して溶接部へ送給することができ、そのため溶接品質の安定化を図ることが可能なレーザ溶接方法を提供することにある。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段および効果】

そこで請求項1のレーザ溶接方法は、レーザビーム2を溶接部5に照射しつつフィラワイヤ4を溶接部5に送給するレーザ溶接方法であって、上記フィラワイヤ4を、その送給方向と上記レーザビーム2のビーム軸Lとの成す角度が 45° 以下となるように、溶接進行方向の前方または後方側から斜めに送給することを特徴としている。

【 0 0 0 6 】

上記請求項1のレーザ溶接方法では、仮付けされている場合や、段差部を有する場合であっても、フィラワイヤ4の送給方向と上記レーザビーム2のビーム軸Lとの成す角度が 45° 以下であるので、これらの仮付け部や段差部に干渉されにくく、安定してフィラワイヤ4を溶接部5へ送給することができ、溶接品質の安定化を図ることが可能である。

【 0 0 0 7 】

請求項2のレーザ溶接方法は、上記フィラワイヤ4を上記レーザビーム2より

も溶接進行方向後方側から送給することを特徴としている。

【0008】

上記請求項2のレーザ溶接方法では、溶接進行方向前方にフィラワイヤ4が配置されず、このため、溶接線倣い用のセンサを、溶接進行方向の前方側において、レーザビーム2に近接して設けることができ、高精度の溶接線倣いを行うことが可能となる。

【0009】

請求項3のレーザ溶接方法は、上記レーザビーム2を、溶接進行方向に対して略直交する方向にウィビングさせることを特徴としている。

【0010】

上記請求項3のレーザ溶接方法では、溶接部5が隙間部を有するような場合においても、確実にその隙間部を接合することができる。しかも、レーザビーム2の照射位置の位置ずれを吸収することができ、溶接部5の融合(接合)の不良を抑制できる。

【0011】

請求項4のレーザ溶接方法は、上記ビーム軸Lとフィラワイヤ4の送給方向との成す角度を θ とし、キーホール直径をDとし、上記フィラワイヤ4の送り速度をVwとし、上記レーザビーム2のウィビング周波数をFとしたときに、 $Vw/F \leq 2D/\sin\theta$ とすることを特徴としている。

【0012】

上記請求項4のレーザ溶接方法では、送給されるフィラワイヤ4の略全長にわたってレーザビーム2が照射され、このためフィラワイヤ4の未溶融部位が凝固壁に到達せず、スティッキングを避けることができ、溶接品質の安定化を確実に図ることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】

次に、この発明のレーザ溶接方法の具体的な実施の形態について、図面を参照しつつ詳細に説明する。図3にこの発明のレーザ溶接方法に使用するレーザ溶接装置を示す。レーザ溶接装置1は、レーザビーム2を照射するレーザヘッド(図

示せず) と、フィラワイヤ 4 を溶接部 5 に送給するためのフィラワイヤ送給ノズル 6 と、シールドガスノズル 7 と、溶接線倣い用センサ 8 等を備える。このレーザ溶接装置 1 によって、レーザビーム 2 を溶接部 5 に照射つつフィラワイヤ 4 を溶接部 5 に送給するものである。

【 0 0 1 4 】

この場合、上記フィラワイヤ 4 を、図 1 に示すように、その送給方向と上記レーザビーム 2 のビーム軸 L との成す角度 θ が 45° 以下となるように、溶接進行方向の前方または後方側から斜めに送給する。すなわち、図 1 の仮想線のように、上記フィラワイヤ送給ノズル 6 がレーザビーム 2 に対して溶接進行方向の前方側に配置され、前方側から送給されていても、また図 1 の実線のように、フィラワイヤ送給ノズル 6 がレーザビーム 2 に対して溶接進行方向の後方側に配置され、後方側から送給されていてもよく、各場合において、上記角度 θ が 45° 以下であればよい。言い換えれば、溶接進行方向とビーム軸 L とを含む平面内において、フィラワイヤ 4 を溶接部 5 に送給するものである。なお、図 1 の矢印は、溶接部 5 に対する溶接進行方向を示している。

【 0 0 1 5 】

ところで、溶接する際には、図 1 に示すように、溶接部 5 に仮付け部 11 が形成されている場合や、図 7 に示すように段差部 12 が形成されている場合がある。このような場合に、仮想線のように前方側からフィラワイヤ 4 を送給して、しかも上記角度 θ が 45° より大きければ、フィラワイヤ 4 が仮付け部 11 や段差部 12 に干渉を受けるおそれがあり、干渉をうければ、溶接不良が生じる場合があった。これに対して、上記角度 θ が 45° 以下であれば、仮付け部 11 が形成されていたとしても、仮付け部 11 は一般にその立上り角度 α が 45° より小さい角度(例えば、 30° 程度であり、レーザ軸 L を基準とすれば、 45° を越える角度)であるので、フィラワイヤ 4 が仮付け部 11 に干渉することなく安定した状態にて溶接部 5 に送給され、良好な溶接を行うことができる。また、段差部 12 が形成されている場合であっても、図 7 に示すように、加工点 O から段差部 12 までの寸法 X は、段差部 12 の高さ寸法を h とした際に、 $h \times \tan \theta$ となり、この角度 θ が小さいほど寸法 X を小さくでき、角度 θ が 45° 以下であれば

、段差部12に干渉されることなく、安定して溶接することができる。

【0016】

さらに、フィラワイヤ4をレーザビーム2より溶接進行方向後方側から送給するようにすれば、仮付け部11及び段差部12に影響を受けることなく、より安定して溶接部5にフィラワイヤ4を送給することができ、高品質の溶接を行うことができる。しかも、フィラワイヤ4をレーザビーム2より溶接進行方向後方側から送給することによって、センサ8を、溶接進行方向の前方側において、レーザビーム2に近接して設けることが可能となつて、溶接線倣いの精度が向上する利点がある。

【0017】

ところで、溶接速度が速くなると、図9に示すように、溶融部13は、その盛上部がり高くなると共に、温度が低くなる。従つて、この盛上り部位にフィラワイヤ4が接触すれば、溶融金属の温度がさらに低下し、凝固が促進され、フィラワイヤ4が凝固壁(溶融した溶接部5が固化した壁)に固着し易くなる。このため、フィラワイヤ4をレーザビーム2より溶接進行方向後方側から送給するようにしたとしても、上記角度 θ が 45° を越えれば、この盛上った溶融金属により接触し易くなって、この図9に示すように、フィラワイヤ4が凝固壁に固着されることになる。これに対して、上記角度 θ が 45° 以下であれば、フィラワイヤ4は溶融金属に接触しにくくなって、凝固壁に固着されることなく、安定して順次溶接部5に送給されることになる。このことは、溶接速度とワイヤ挿入角度(フィラワイヤ4の送給方向とレーザビーム2のビーム軸Lとの成す角度 θ)との関係についての実験の結果からも明白である。

【0018】

実験は、溶接部5を構成する被溶接材として軟鋼(SS400)を使用すると共に、フィラワイヤ4の直径を1.2(mm)として、レーザ出力を15(KW)、溶接速度を1.6~2.8(m/min)、ワイヤ送給速度を5.6(m/min)、シールドガス(He)を5.0(リットル/min)として行った。そして、その実験結果を図8に示した。この図8のグラフ図において、○はOK(精度よく溶接を行えたこと)を示し、×はNG(フィラワイヤ4が固着する等の

欠陥が生じた)ことを示している。この図から上記角度 θ が 45° より大きければ、欠陥が生じることが分かる。

【0019】

また、溶接部(被溶接材突合せ部等)5に隙間を有する場合があります、このような場合には、上記レーザービーム2を、溶接進行方向に対して略直交する方向にウィビングさせる。すなわち、フィラワイヤ4の送給方向(溶接進行方向)に対してレーザービーム2のビーム軸Lの軌跡Kが図2に示すようになる。ところで、ウィビングさせる方法としては、例えば、図4に示すレーザスキャン装置14、15を使用すればよい。

【0020】

レーザスキャン装置14、15は、回転自在に配置されると共にレーザービーム2を反射させるミラーを備え、このミラーを所定の角度範囲内で揺動させてレーザービーム2をスキャンさせる装置である。この場合、レーザスキャン装置14のミラーは図4の紙面に平行な回転軸廻りに回転可能であり、レーザスキャン装置15のミラーは図4の紙面に垂直な回転軸廻りに回転可能である。したがって、レーザスキャン装置14のミラーの角度を変更すれば溶接進行方向に対して垂直方向(直交する方向)に照射位置が移動し、またレーザスキャン装置15のミラーの角度を変更すれば溶接進行方向に対して平行方向に照射位置が移動する。

【0021】

このように上記レーザスキャン装置14、15を使用すれば、ミラーを揺動させることによってレーザービーム2を溶接位置においてウィビング(スキャン)させることができる。なお、レーザスキャン装置14、15は、検出装置16と補正装置17等を備えた制御装置18によって制御される。

【0022】

そして、フィラワイヤ4の送給方向とレーザービーム2のビーム軸Lとの成す角度を $\theta(^{\circ})$ とし、キーホール直径を $D(\text{mm})$ とし、上記フィラワイヤ4の送り速度を $V_w(\text{mm/秒})$ とし、上記レーザービーム2のウィビング周波数を $F(\text{回/秒})$ としたときに、 $V_w/F \leq 2D/\sin \theta$ とする。ところで、フィラワイヤ(添加材)4を溶融させるエネルギーとしては、レーザービーム2のエネルギー

一、溶融金属、レーザ誘起プラズマ等であるが、主はレーザビーム2のエネルギーであり、その他は補助的である。従って、ウィビング時においてフィラワイヤ4が溶融するのは、レーザビーム2がフィラワイヤ4を横切ったときであり、ウィビング振幅がフィラワイヤ4の径より大きい場合はレーザビーム2が当たっていないときが生じ、その間未溶融のままフィラワイヤ4は送給されることになる。一方、キーホールや溶融金属の周りには、凝固壁(固体)が形成され、フィラワイヤ4はここでスティッキングを起こす。そのため、上記のように限定することによって、レーザビーム2が上記軌跡の1周期に少なくとも2回以上フィラワイヤ4を照射するように設定し、フィラワイヤ4の未溶融部位が凝固壁に達成させないようにするものである。この場合、レーザビーム2による溶融可能領域は、キーホール直径Dとほぼ等しいので、上記したレーザビーム2が当たっている領域をキーホール直径Dに置き換えて考えることができる。すなわち、図5に示すように、フィラワイヤ4を送ることができる寸法Hは、未溶融部位が凝固壁に達成しない寸法であるので、ビーム2が照射される点Aから凝固壁の点Bまでの長さである。この長さ(寸法)Hが $D / \sin \theta$ となるので、この寸法Hに基づいて上記 $V_w / F \leq 2 D / \sin \theta$ と設定した。

【 0 0 2 3 】

上記角度 θ を 45° とした場合、図6に示すように、ウィビング周波数F(Hz)を横軸にとり、ワイヤ送給速度 V_w (mm/sec)を縦軸にとって、このウィビング周波数とワイヤ送給速度との関係をグラフに表した場合、 $V_w / F = 3.0$ (mm/回)以下の範囲10が、この場合の溶接可能範囲となる。この場合、ビーム直径を0.7(mm)~1.0(mm)位に設定することにより、キーホール直径Dを1.5(mm)程度に設定し、さらに溶接速度としては、1(m/min)に設定した。ここで、ビーム直径とは、 $1/e^2$ のエネルギーが含まれる径をいう。また、上記条件においては、ウィビングさせる際のウィビング周波数としては、25Hz以上に設定するのが好ましい。25Hz未満では、フィラワイヤ4の未溶融部位が凝固壁に到達するおそれが高く、スティッキングを防止することが困難となるからである。

【 0 0 2 4 】

以上にこの発明のレーザ溶接方法の具体的な実施の形態について説明したが、この発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、この発明の範囲内で種々変更して実施することが可能である。例えば、角度 θ として、 45° 以下となる範囲で任意に設定でき、また、レーザビーム2は、図示省略のレーザ発振器から出力されたレーザ光が放物面鏡等にて集光されてなるものであるもので、ウィピングさせる場合、図4に示すスキャン装置14、15のどちらかに代わり、放物面鏡自体を揺動（回動）させるものであってもよい。さらに、ウィピングすることなく溶接進行方向に沿ってレーザビーム2を照射するものであってもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】

この発明のレーザ溶接方法の実施形態を示す簡略図である。

【図2】

上記レーザ溶接方法によるウィピングの軌跡を示す平面図である。

【図3】

上記レーザ溶接方法に使用するレーザ溶接装置の要部簡略図である。

【図4】

上記レーザ溶接方法に使用するスキャン装置の簡略図である。

【図5】

上記レーザ溶接方法によるレーザビームのビーム軸の送給量を示す説明図である。

【図6】

上記レーザ溶接方法のウィピング周波数とワイヤ送給速度との関係を示すグラフ図である。

【図7】

上記レーザ溶接方法の簡略図である。

【図8】

上記レーザ溶接方法の溶接速度とワイヤ挿入角度との関係を示すグラフ図である。

【図9】

フィラワイヤの送給方向とレーザビームのビーム軸との成す角度を設定しない
場合の欠点説明図である。

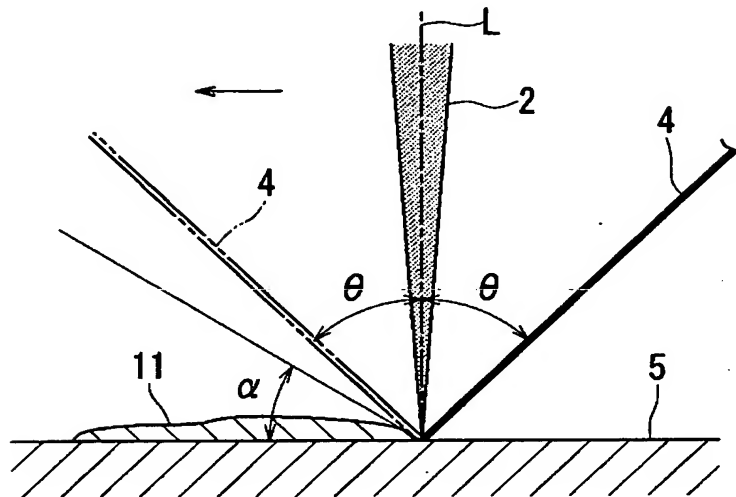
【符号の説明】

- 2 レーザビーム
- 4 フィラワイヤ
- 5 溶接部
- L ビーム軸

【書類名】 図面

【図 1】

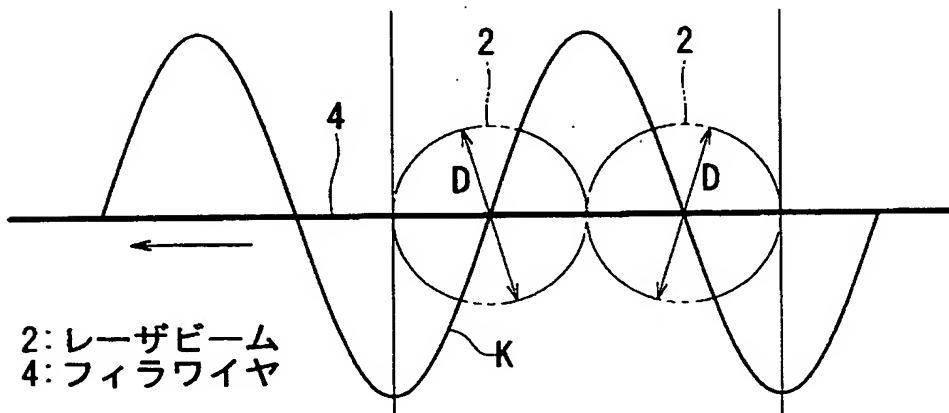
この発明のレーザ溶接方法の実施形態を示す簡略図



2: レーザビーム
4: フィラワイヤ
5: 溶接部
11: 仮付け部
L: ビーム軸

【図 2】

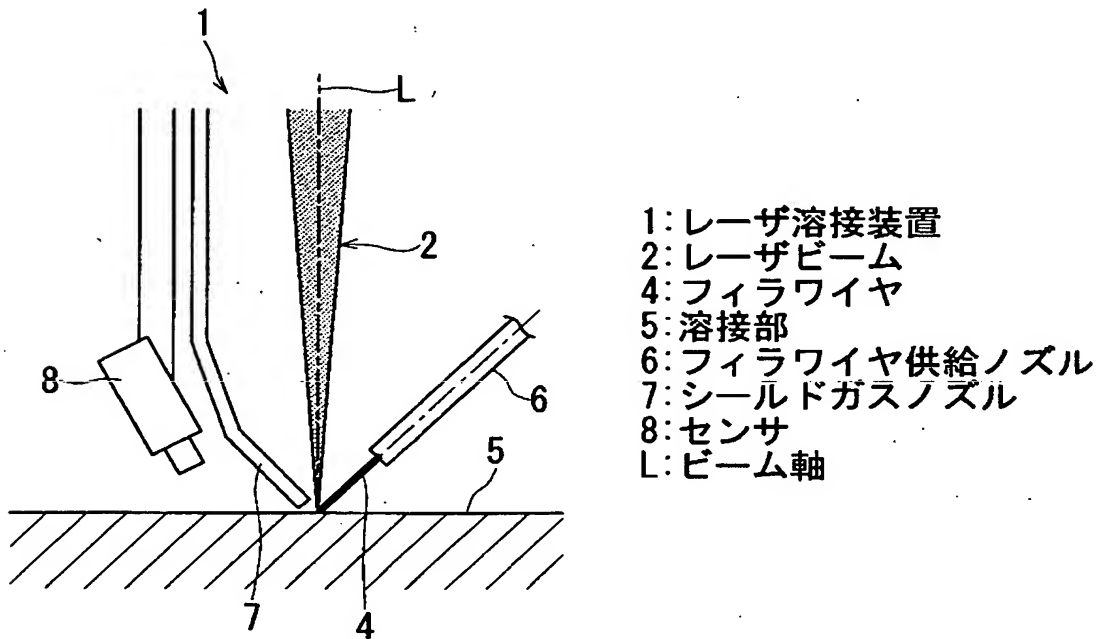
レーザ溶接方法によるウィピングの軌跡を示す平面図



2: レーザビーム
4: フィラワイヤ

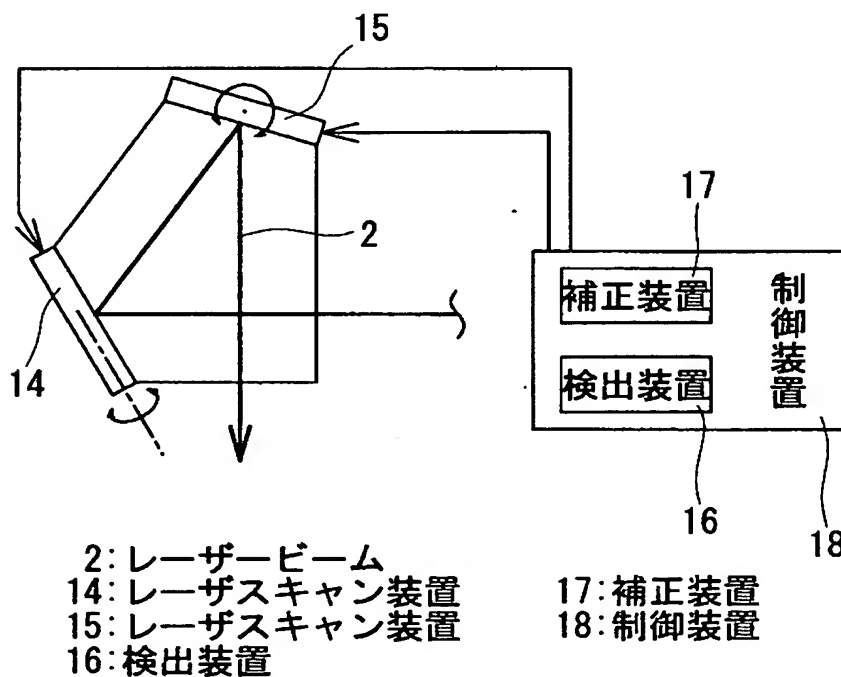
【図 3】

レーザ溶接方法に使用するレーザ溶接装置の要部簡略図



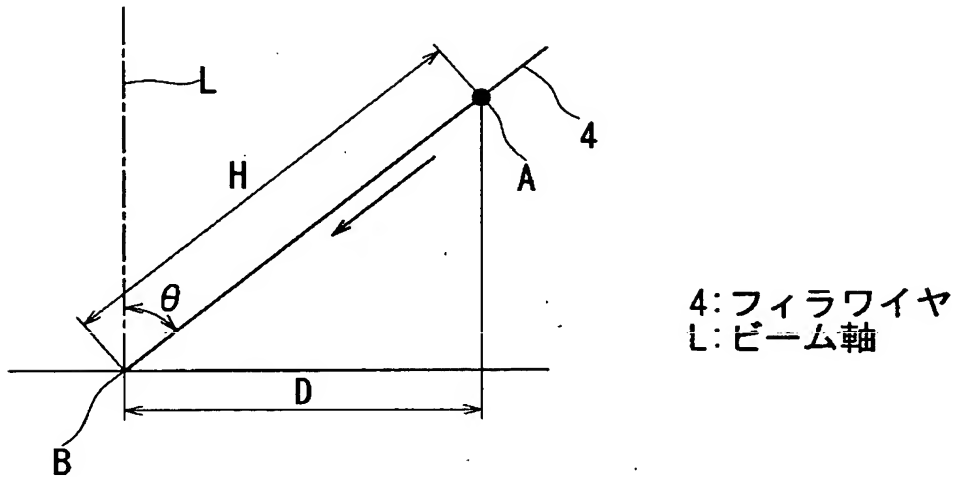
【図 4】

レーザ溶接方法に使用するスキャン装置の簡略図



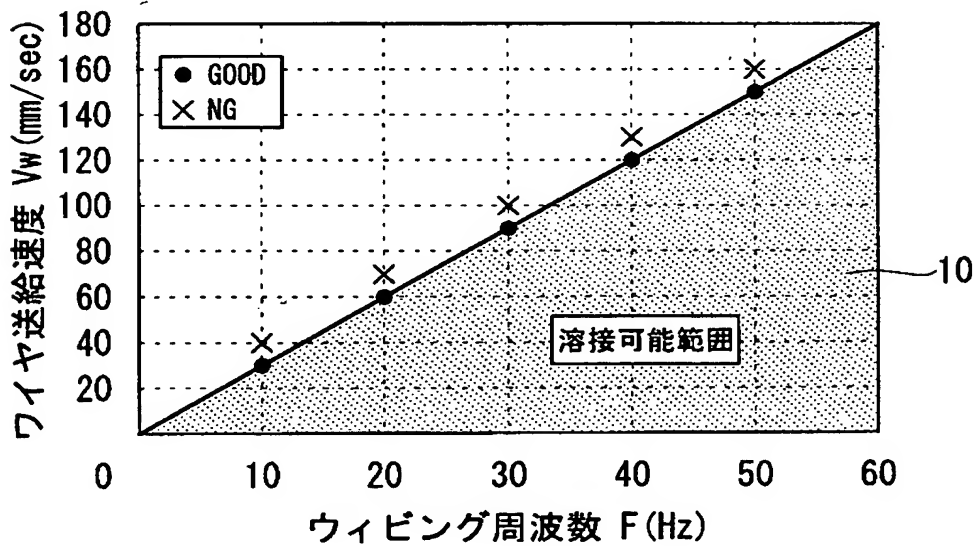
【図 5】

レーザ溶接方法によるフィラワイヤの送給量を示す説明図



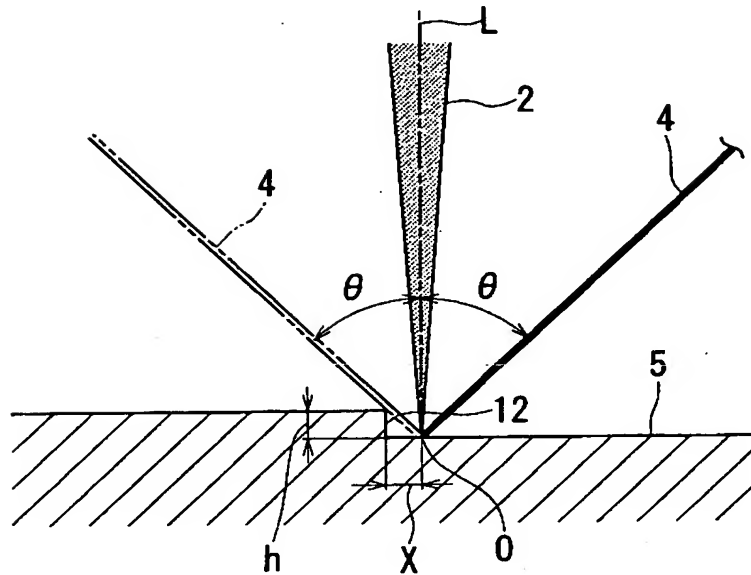
【図 6】

ウィビング周波数とワイヤ送給速度の関係を示すグラフ図



【図 7】

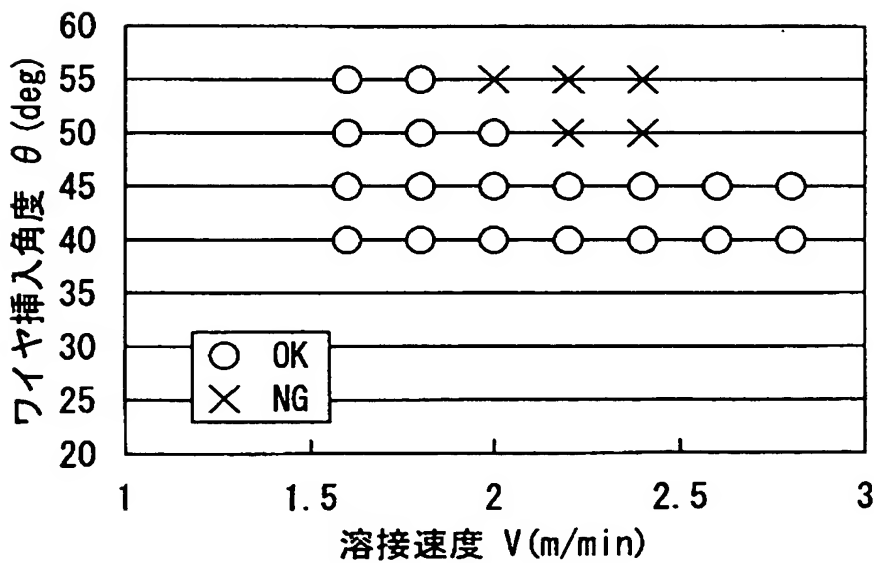
レーザ溶接方法の簡略図



2: レーザビーム
4: フィラワイヤ
5: 溶接部
12: 段差部
L: ビーム軸

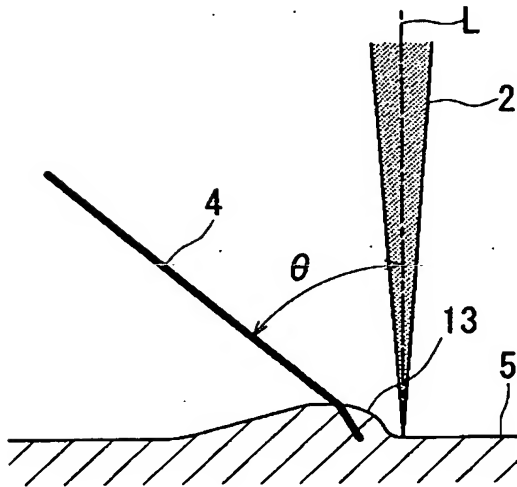
【図 8】

レーザ溶接方法の溶接速度とワイヤ挿入角度との関係を示すグラフ図



【図9】

フィラワイヤの送給方向と上記レーザービームのビーム軸との成す角度を設定しない場合の欠点説明図



2: レーザビーム
4: フィラワイヤ
5: 溶接部
13: 溶融部
L: ビーム軸

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 フィラワイヤを安定して溶接部へ送給することができ、そのため溶接品質の安定化を図ることが可能なレーザ溶接方法を提供する。

【解決手段】 レーザビーム 2 を溶接部 5 に照射しつつフィラワイヤ 4 を溶接部 5 に送給するレーザ溶接方法である。フィラワイヤ 4 を、その送給方向と上記レーザビーム 2 のビーム軸 L との成す角度が 45° 以下となるように、溶接進行方向の前方または後方側から斜めに送給する。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001236]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区赤坂二丁目3番6号
氏 名	株式会社小松製作所